

IMPROVEMENT METHOD OF CONTRAST

Publication number: JP8329241

Publication date: 1996-12-13

Inventor: UIRIAMU EE FUSU; RAINERU ESHIYUBATSUHA

Applicant: XEROX CORP

Classification:

- international: H04N1/407; G06T5/00; G06T5/20; G06T5/40;
H04N1/407; G06T5/00; G06T5/20; G06T5/40; (IPC1-7):
G06T5/00; H04N1/407

- European: G06T5/20; G06T5/40

Application number: JP19960156259 19960528

Priority number(s): US19950461913 19950605

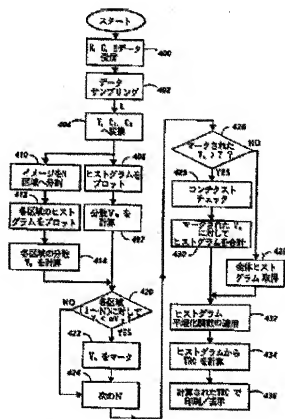
Also published as:

EP0747855 (A2)
US5581370 (A1)
EP0747855 (A3)
EP0747855 (B1)

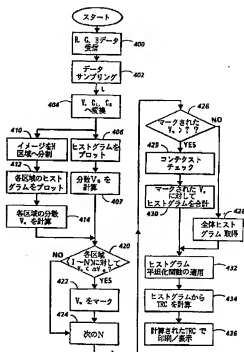
Report a data error here

Abstract of JP8329241

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for improving the contrast of a natural landscape image. **SOLUTION:** A method for improving contrast includes a step 430 for generating a histogram showing the important part of an image, a step 432 for processing the histogram with a filter for making mountains and valleys having strong images smaller, a step 434 for generating a gradation reproducing curve for the image by mapping input signals on output signals based on the filtrated histogram, and a step 436 for reproducing the image by using the generated gradation reproducing curve.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子信号のセットとして記録される自然景色イメージにおいてコントラストを改良するための方法であって、

自然景色イメージを形成する元の電子信号の少なくとも1つの構成要素が、イメージの強度を表す信号と共に設けられることを保証するステップと、

電子信号の強度構成要素から、局所ヒストグラム信号のセットを導出するステップとを備え、各局所ヒストグラム信号はイメージの領域においてイメージ内の各可能な強度レベルでの信号の数を示し、

局所ヒストグラム信号のサブセットを、自然景色イメージの最大ダイナミックレンジを表すとして選択するステップと、

領域単位で、イメージの電子信号内の黒点及び白点の位置を決定するステップと、

黒点及び白点が発生する領域を表すヒストグラムが、局所ヒストグラム信号のサブセットのメンバであることを保証し、メンバでなければ、メンバを追加するステップと、

局所ヒストグラムのサブセットを選択された重み付け回数と組み合わせて適切なヒストグラムを生成するステップと、

信号における強い山及び谷を小さくする特徴を有するフィルタによって適切なヒストグラム信号を処理するステップと、

フィルタ処理されたヒストグラム信号を用いて、入力信号の出力駆動信号への階調マッピングを導出するステップと、

自然景色イメージを形成する各電子信号毎に、導出された階調マッピングを用いて、電子信号を出力駆動信号へとマッピングするステップと、
を備えるコントラスト改良方法。

【請求項2】 電子信号によって表される自然景色イメージにおいてコントラストを改良するための方法であって、

a) イメージの重要な領域を表すヒストグラムを生成するステップを備え、ここで、重要な領域が

i) イメージのダイナミックレンジの重要な部分で表された区域と、

ii) イメージの黒点及びイメージの白点が発生する区域と、の双方を含み、

b) イメージの強い山及び谷を小さくするためにフィルタによってヒストグラムをフィルタ処理するステップと、

c) フィルタ処理されたヒストグラムに基づいて、入力信号を出力信号へマッピングして、イメージのための階調再現曲線を生成するステップと、

d) 生成された階調再現曲線を用いてイメージを再現するステップと、

2

を備えるコントラスト改良方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自然景色絵画的イメージ（画像）を有するデジタルイメージの外観を改良するための方法及び装置に向けられ、特に、そのようなイメージ内でのコントラストを改良するための方法に向けられる。

【0002】

- 10 【従来の技術】イメージに対して行われる1つの特定の改良は、コントラストの強調（エンハンスメント）である。コントラストは、イメージのダイナミックレンジ、又はイメージが形成される可能な濃度内での濃度の範囲、の知覚に言及する。経験的に言うところ、好ましいイメージは比較的高いコントラストがあり、即ち、イメージが可能なダイナミックレンジ全体を使用する。イメージのダイナミックレンジは、イメージ上でヒストグラムを生成することによって経験的に測定可能であり、そこで、イメージ内の幾つものピクセル（画素）が可能な強度の範囲
- 20 内で特定の強度を有するかを決定する。好ましいイメージは、イメージのダイナミックレンジ全体が使用されることを示すヒストグラムによって特徴付けられる傾向があった。ダイナミックレンジ全体に及ぶヒストグラムを生成するようにイメージを変換するアルゴリズムがある。最も一般的なアルゴリズムはヒストグラム平坦化（flattening）/ヒストグラムイコライゼーションアルゴリズムであり、以下に記載される。ゴンザレス（R. C. Gonzales）及びフィッテス（B. A. Fittes）による「相互作用イメージ強調のためのグレーレベル変換（Gray level transformation for interactive image enhancement）」（Proc. Second Conference on Remotely Manned Systems, 1975年）、ホール（E. L. Hall）による「コンピュータイメージ強調のためのほぼ均一な分配（Almost uniform distributions for computer image enhancement）」（IEEE Trans. Comput. C-23, 207-208頁、1974年）、ブラット（W. K. Pratt）著「デジタルイメージ処理（Digital Image Processing）」（Wiley, ニューヨーク、1978年）、エクストロム（M. P. Ekstrom）著「デジタルイメージ処理技術（Digital Image Processing Techniques）」（Academic Press, オランダ、1984年）、ルース（J. C. Russ）著「イメージ処理ハンドブック（The Image Processing Handbook）」（CRC Press, ボカロン、1992年）。しかしながら、ヒストグラムが全体的に平坦であると、その使用が視覚的に楽しませるイメージを生成するためであった多くの場合において、望ましくないイメージアーチファクト（人工生成物）が見られる。ヒストグラムイコライゼーション技術は、医学的使用又は遠隔探査使用のように、その使用がイメージでの特徴を検出する必要がある場合にうまくはたらく。ヒストグラムイコライゼーション技術の変形は、パイザー
- 50

(S. M. Pizer) 他による「適応ヒストグラムイコライゼーション及びそのバリエーション(Adaptive histogram equalization and its variations)」(Comput. Vision graphics and Image Proc. 39, 355-368頁, 1987年) 及びその引用にあるような、適応ヒストグラムイコライゼーション(AHE) として知られている。AHE はまた、イメージの美観は重要でないが、イメージの情報内容(即ち、詳細がどの程度よく見えるか)が重要なときにより多くはたらく傾向にある。これらの目的及び前提が適当でないならば、ヒストグラム平坦化とその既知の変形はうまくはたらかない。

【0003】また、ゴンザレス(R. C. Gonzales)及びウインツ(P. Wintz)著「デジタルイメージ処理(Digital Image Processing)」における「ヒストグラム変換技術によるイメージ強調(Image Enhancement by Histogram Modification Techniques)」(Addison-Wesley Publishing, 1977年, 118 頁以下参照)が示され、ここで公知のヒストグラム平坦化関数が説明されている。

【0004】特開平 7-220006では、自然景色イメージにおけるコントラストを改良するための方法が教示されており、そこで、イメージは、カラー座標の元のセットから、1つの項が全体のイメージ強度又は濃度と関係する表現へと変換される。イメージの全体ヒストグラムはその項に対して導出され、イメージにおける各可能なレベルの濃度でのピクセルの数をプロットする。そのヒストグラムは、強い山と谷を弱める機能を有するがヒストグラムの平坦化部分に影響を及ぼさない特徴を有するフィルタによって処理される。フィルタ処理されたヒストグラム信号は、イメージが出力される装置での T R C マッピングを制御するために用いられる。上記の方法を用い、更に、各々がイメージセグメントの局所ヒストグラム信号によって示される多数のセグメントへイメージを分割して、最も多くのイメージ情報を有する可能性の高い区域でコントラストが概算される。各局所ヒストグラム信号は全体ヒストグラムと比較されて、局所イメージのばらつきを決定する。局所ヒストグラムの全体ヒストグラムとの比較から、適切なヒストグラム信号が導出されて、適したヒストグラムフィルタに向けられる。適切なイメージヒストグラムから導出された T R C は、イメージのカラーチャネルへ使用される。

【0005】このように決定された対象となる領域が、イメージの外観を改良するのに必要な情報を十分に提供しない場合に問題が生じる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】本発明に従って、自然景色イメージにおいてコントラストを改良するための方法が提供される。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の1態様に従って、自然景色イメージのコントラストは、a) イメージ

の重要な区域を表すヒストグラムを生成し、ここで、重要な区域がイメージのダイナミックレンジの重要な部分で表された区域と、イメージの黒点及びイメージの白点が発生する区域の双方を含み、b) イメージの強い山及び谷を小さくするためにフィルタによってヒストグラムをフィルタ処理し、c) フィルタ処理されたヒストグラムに基づいて入力信号を出力信号へマッピングして、イメージのための階調再現曲線(トーンリプロダクションカーブ)を生成する、ことによって改良可能である。

【0009】本発明の1態様に従って、電子信号のセットとして記録される自然景色イメージにおいてコントラストを改良するための方法が提供され、自然景色イメージを形成する元の電子信号の少なくとも1つの構成要素が、イメージの強度を表す信号と共に設けられることを保証するステップと、電子信号の強度構成要素から、局所ヒストグラム信号のセットを導出するステップを備え、各局所ヒストグラム信号はイメージの領域においてイメージ内の各可能な強度レベル信号の数を表し、局所ヒストグラム信号のサブセットを、自然景色イメージの最大ダイナミックレンジを表すとして選択するステップと、領域単位で、イメージの電子信号内の黒点及び白点の位置を決定するステップと、黒点及び白点が発生する領域を表すヒストグラムが、局所ヒストグラム信号のサブセットのメンバであることを保証し、メンバでなければ、メンバを追加するステップと、局所ヒストグラムのサブセットを選択した重み付け関数と組み合わせで適切なヒストグラムを生成するステップと、信号における強い山及び谷を小さくする特徴を有するフィルタによって適切なヒストグラム信号を処理するステップと、フィルタ処理されたヒストグラム信号を用いて、入力信号の出力駆動信号への階調マッピングを導出するステップと、自然景色イメージを形成する各電子信号毎に、導出された階調マッピングを用いて、電子信号を出力駆動信号へとマッピングするステップと、を備える。

【0010】ある一定の場合において、対象となる領域は、ダイナミックレンジを参照することによってのみ指定されるならば、イメージコントラストを改良するための十分な情報を提供しない。従って、イメージの黒点及び白点が決定されるシステムでは、そうした値がコントラストを強調するために使用されてもよいことが分かった。

【0011】自動イメージ強調システム内では、データは幾つかのイメージアナライザ同士の間の共用されたコンテキスト(文脈)として存在する。各アナライザは、必要なステップを実行し、共用されたコンテキストを介してダイナミックにアクセスされる解析データを渡す。米国特許出願第 08/133, 231 号にあるように、選択された対象となる領域(ROI)を用いて自動処理を実行する場合、関連するイメージ部分の単一のヒストグラムは、選択されたヒストグラムの重み付けされ

5

た和として生成される。これらの例で使用する重み付け係数は、全ての選択された局所ヒストグラムにおいて同一であった。次に、結果となるヒストグラムが、イメージ全体に使用される変更されたヒストグラム平坦化アルゴリズムを用いて、イメージ強調のためのTRCを決定するために用いられる。

【0012】本発明の他の態様に従って、電子信号によって表される自然景色イメージにおいてコントラストを改良するための方法が提供され、

a) イメージの重要な区域を表すヒストグラムを生成するステップを備え、ここで、重要な区域が

i) イメージのダイナミックレンジの重要な部分で表された区域と、

ii) イメージの黒点及びイメージの白点が発生する区域と、の双方を含み、

b) イメージの強い山及び谷を小さくするためにフィルタによってヒストグラムをフィルタ処理するステップと、

c) フィルタ処理されたヒストグラムに基づいて、入力信号を出力信号へマッピングして、イメージのための階調再現曲線を生成するステップと、

d) 生成された階調再現曲線を用いてイメージを再現するステップと、を備える。

【0013】

【発明の実施の形態】図面は本発明の実施例を説明するためであって、これを制限するためではない図面を参照すると、本発明に使用されるのが好ましい図1の走査印刷(scan-to-print)システムが参照される。

【0014】図1は、カラーイメージのためのRGB空間又は白黒イメージのための濃度空間に設けられるイメージ信号を生成する、白黒スキャナ又はカラーズキャナになりうるスキャナ10を示す。対象となるこれらのイメージは自然において絵画的である、即ち、これらのイメージが自然景色を表す。あるコンピュータが生成した結像(imagery)は自然景色を表すとみなされることもあるが、観察されるイメージは主に被走査写真である。イメージ自体はピクセルによって形成されるが、ここで各ピクセルは白レベルと黒レベルの間を可変するグレー値を有する。計算が8個のビットの情報で行われる現行上望ましいシステムにおいて、256個のレベルのグレーが使用可能である。ピクセルはまた位置によって識別される、即ち、ピクセルが、走査線の位置によって識別されるイメージ内の独自の区域、及びページ(紙面)の走査線位置を形成する。従って、色はイメージにおける各カラーピクセル毎にグレーピクセルのトリプレットによって表され、グレーピクセルの各トリプレットが各分離色を形成し、一体となってカラーピクセルを形成する。

【0015】スキャナ10の出力は、ここで更に画定される自動イメージ強調システムに向けられる。本発明の目的のために、自動イメージ強調システムは、原稿内

6

で、絵画的及び非絵画的イメージ区域を含むイメージのタイプを識別できる分割システムを含んでもよい。ここで記載される自動イメージ強調システムの出力は、プリンタ、CRT、又は同様の装置に向けられると仮定される。これらの装置は多くの特徴を有し、レーザープリンタ、インクジェットプリンタ、LEDディスプレイ、或いは、CRTディスプレイであってもよい。しかしながら、これらの装置はグレイ絵画的イメージの表示に共に必要とする。これは、グレイ印刷又は擬似グレイ印刷によって行われる。

【0016】本発明のイメージ強調システムによって処理するためのデータを導出することによって、原稿イメージを表す信号を生成するために、複写プラテン上に置かれ、スキャナの電子光学システムによって走査された原稿上で前走査が行われてもよい。また、イメージは、予め走査された又は何らかの他のシステムから導出された、メモリから自動イメージ強調システムへ向けられてもよく、その場合、受信されたイメージは必要に応じてサンプリングされる。自動イメージ強調システムが、記載される方法に従って処理するために適切にプログラミングされた、パーソナルコンピュータ又はワークステーション上で行われてもよいことは明確である。

【0017】前走査はアンダーサンプリングされる(undersampled)、即ち、イメージはコントラストを強調する目的のために、システムの最高の解像度でサンプリングされる必要がある。実際、イメージ全体を表し、イメージ全体に分散された比較的小数のピクセルが、この目的のためにイメージを正確に表すことができる判断された。本実施例では、およそ512 x 512個のピクセルのイメージから導出されたピクセルのブロックを用いる。この選択の主な目的は、ソフトウェアイメージ強調システムが絵画的イメージを処理できる速度を上げることである。一般的なイメージ分析でのサンプリングは、ここに記載される本発明の処理で示される結果を実質的に改良せず、必要とされるソフトウェア処理時間を著しく増加する。記載される本発明の処理のハードウェアの実施例は、イメージをアンダーサンプリングしないと決定することもある。

【0018】概して、本発明が使用するシステムは図1にあるように示される。明らかにするように、ここでは、RGB空間によって形成される自然景色イメージは、最初に、RGB値を強調処理のための選択されたカラー空間へと変換するカラー空間変換器12に向けられる。カラー空間変換器12の出力は、より詳細に記載され、プリンタ18等の出力装置のTRCコントローラ16を駆動する信号を生成する、自動イメージ強調装置14によって処理される。TRCコントローラ16は、処理されたデータを任意の出力バップア20へ伝達し、続いてプリンタ18又は他の出力装置へ伝達する。以下により十分に記載されるように、本発明を実施するとイメ

ージ毎にTRCが変化する。TRCコントローラ16は、装置独立データストリームを印刷又は表示するために使用される装置依存データへ調整するために一般的に用いられるTRCコントローラと別個に又は一体的に作動してもよいことは明らかである。

【0019】作動される自動イメージ強調装置の各処理ステップを見ると、第1ステップにおいて、スキャナ10から最初に受信されたカラーイメージデータは、最初にRGB空間、即ち、赤-緑-青空間にあると仮定され、本発明の処理では、カラー空間変換器12において最初に輝度空間(YC₁C₂)へ変換されなければならない。他のイメージ処理ではRGB値を輝度/クロミナンス(色)空間へ変換するのが一般的であるために、イメージが既に輝度空間にあることは可能である。YC₁C₂空間は、本発明の処理が実行される有用な空間であり、ゼロックス(Xerox)YES空間はこのような空間の内の1つの可能な実施例である。いかなる空間が使用されようとも、ゼロックスYESのY(「ゼロックスカラー符号化標準(Xerox Color Encoding Standard)」(XWSS 289005, 1989)等の、人間の明るさ又は暗さの視覚的知覚に関する構成要素を有さなければならない。以下、本発明はゼロックスYESカラー空間を用いて説明される。

【0020】本発明の処理の残りを説明するために、図2のイメージが参照される。図2は、8ビットグレイスケルによって実際のカラーイメージを白黒の線図で再現したものである。この使用のために線図によって表される元のイメージを再現するのは難しいが、以下の図面以示されるデータは実際のイメージのためである。

【0021】自動イメージ強調装置14内で行われる次のステップは、イメージをあるシステムパラメータによって測定することである。本実施例では、絵画的イメージの輝度又はY構成要素の全体ヒストグラムが導出される。図3に示されるヒストグラムは、イメージで起こりうる各輝度値でのピクセル数のマップである。全体ヒストグラムは、図2のイメージ全体に関する。8ビット空間等の、マルチビット空間で処理するならば、輝度値は0から255の間で分配されることが分かる。

【0022】次に、イメージ全体の全体ヒストグラムに加え、図4を参照すると、イメージは、寸法が必ずしも同じでなくあらゆる方法で順序付けられる局所区域のセットへと分割されて、各局所区域からのヒストグラムが導出される。複数の局所ヒストグラムは、処理のために望ましいことが判断されている。局所区域ヒストグラムは、視覚的コントラストが全体現象でなく、従って、全体測定と共に局所測定を必要とするために、導出される。つまり、イメージの局所パラメータ及び全体パラメータの双方がコントラストの一般的な知覚に影響を及ぼす。また、多数のイメージにおいて、局所性はイメージ部分の何らかの相対的重要性を示す。更に、コントラ

スト調整に関係のない広い背景区域は、コントラスト調整を困難にするように全体ヒストグラムを傾斜させる傾向にあることが示されている。これらの広い背景区域の影響は、全体ヒストグラムの他に局所ヒストグラムを用いることによって小さくすることが可能である。

【0023】強調処理の次のステップは、全体ヒストグラムを基準ヒストグラム、本例では平坦なヒストグラムと比較する。ここで定義される平坦なヒストグラムとは、イメージ内に起こりうる各濃度又は輝度毎に均一な数のピクセルカウントを提供する基準信号である。全体ヒストグラムは、分散値(variance)の形でコントラストの全体測定を行うために平坦なヒストグラムと比較される。分散値Vは、以下の数式によって表される。

【0024】

【数1】

$$V = c \times \sum_i [H(i) - R(i)]^2$$

【0025】ここで、“c”は再正規化定数である。ここで、H(i)は考慮中のイメージのヒストグラム関数を表す。

【0026】R(i)は平坦なヒストグラム又は基準値を表す。iはn個のピクセルを有するイメージにおける特定の2次元ピクセル位置を表す。

【0027】概して、分散値を参照すると、値が小さいほど、ヒストグラムが平坦になる。平坦なヒストグラム信号が、「平坦(flat)」ではないが、むしろ望ましい基準を表すように作成されてもよいことは明確である。

【0028】図5(A)乃至(D)、図6(A)乃至(D)、図7(A)乃至(D)、及び図8(A)乃至(D)は、図4の局所ヒストグラムレイアウトを使用する局所ヒストグラムを示す。ここで、図5(A)乃至(D)が1列目のヒストグラムを示し、図6(A)乃至(D)が2列目を示し、図7(A)乃至(D)が3列目を示し、図8(A)乃至(D)が4列目を示す。AU(相対的關係だけが重要な任意の単位)における分散値もまた、イメージセグメントに対応する局所ヒストグラムの各々毎に以下のように決定される。

表 1	0	1	2	3
0	188	181	70	90
1	67	54	39	29
2	64	58	90	134
3	380	447	134	171

全体ヒストグラムの分散値は、20.9 AU の値を有する。イメージセグメント(3,1)と(1,3)を比較することによって、局所ヒストグラムの分散値は著しく異なり、29から447までの数字に及ぶ。

【0029】次に、最小の分散値によって形成される、最も良くイコライゼーションされたヒストグラムを求めて、全体ヒストグラム分散値と局所ヒストグラム分散値が比較される。これを実行するために、定数 α によって乗じられた全体分散値が局所ヒストグラム値と比較される。定数 α は2つの分散値をイコライゼーションするために選択される。イメージを通して、全体ヒストグラム値が局所ヒストグラム値よりも平坦ならば、全体ヒストグラムは「適切な(relevant)」ヒストグラムと称され、次の処理で使用される。また、1以上の局所分散値が $V_i \leq V_c \times T_v$

より小さいならば、局所ヒストグラムは適切なヒストグラムを形成するために用いられ、続く処理で使用される。(ここで、 V_i は局所分散値、 V_c は全体分散値、 T_v は分散スレシヨルド(しきい値)である。)図10に示される例では、分散スレシヨルドに対する一定の乗数は、一般的イメージに良い結果を与えることが分かっている"2"と選択され、比較のための全体分散値の数字がおおよそ42 AU (2×20.9)となる。図9では、42より小さい局所分散値の数をもつ全ての局所ヒストグラムが適切な局所ヒストグラムとしてマークされる。図9及び図4を比較することによって分かるように、背景の広い断片(局所ヒストグラム(0,0),(0,1)等)はイメージに適さないと考えられる。適切な局所ヒストグラムの重み付けされた和は、図10に示される適切な全体ヒストグラムを導出するために用いられる。この場合、単純化のために、全ての適切な局所ヒストグラムに均一の重み付けが用いられた。

【0030】なお、乗数"2"は、適切な局所ヒストグラムと適切でない局所ヒストグラムとを区別する1つの形に過ぎなかった。もう1つの方法には、最も低い分散値を有する局所ヒストグラムの固定数を選択することがある。更にもう1つの方法には、分散値が増えるに従って重み付け関数(フックタ)が減少する、全ての局所ヒストグラムの重み付けされた和を使用することがある。

更にもう1つの方法では、少なくとも予め決定された数Tの局所ヒストグラムが、指定された適切な局所ヒストグラム又は前述の方法のあらゆる組み合わせである場合にのみ、局所ヒストグラムが適切であると考えられる。

【0031】この表から、上記処理によって選択された情報が空に位置することが分かる。これは特定のイメージでは正しいが、図10で選択された領域の適切なヒストグラムの組み合わせは、全体としてイメージのダイナミックレンジを正確に反映しない。この処理は、ダイナミックレンジが小さいイメージの区域ではうまくはたらない。

【0032】本発明に従って、選択された領域は、共用されたコンテキストからの他の情報を用いることによって、イメージのフルダイナミックレンジを表すを保証するために検証される。新たに生成されたヒストグラムを、露光アナライザ(例えば、米国特許第5,414,538号参照)で生成される測定値と比較する必要がある。選択された局所ヒストグラムがイメージのフルダイナミックレンジを表さないと決定されるならば、追加の局所ヒストグラム領域がコントラスト解析へ加えられなければならない。

【0033】従って、適切なヒストグラムを選択するためのより適切な方法は、イメージの黒点及び白点が配置される局所ヒストグラム反映領域を含むことである。黒点及び白点は、それぞれ、イメージ内の実際の最も暗く測定された点及び/又は最も明るく測定された点、或いは、最も暗い点/最も明るい点として定義される値、とされる。前者の定義を用いるが、後者の定義は、特定のイメージ又はいかにイメージがデジタル化されたかについてより多くのことが知られるならば、これらのパラメータを調整する能力を許容する。

【0034】その例のイメージでは、黒点及び白点は、局所分散値の測定がそれぞれ90及び380の領域(0,3)及び(3,0)に配置される。なお、局所ヒストグラムの選択ではこれらの領域を最初に含まなかった。図12は、図11の強調表示された領域が適切なヒストグラムになる変更された領域選択を用いるヒストグラム値を示している。予め選択された領域と互換性をもつために、新たな領域のヒストグラムもまた重み付けされなければならない。

【0035】局所領域内の黒点及び白点を含んだイメージを処理することによって、イメージのダイナミックレンジがより良く表示される。強調された適切なヒストグラムはまた、次の整合性検査のために、共用されたコンテキストで使用されてもよい。

【0036】次に標準ヒストグラムイコライゼーションルーチンの入力として用いられる最後の変更されたヒストグラムを得るために、適切なヒストグラムをフィルタ処理することによって、処理は続く。このようにして、ヒストグラム特性を維持すると共に、同時に標準ヒスト

11

グラムイコライゼーション処理の簡単さを維持する、所望の結果を達成することができる。

【0037】従って、ヒストグラム曲線は、 $H(i) \beta$

の関数によって処理することによって平坦にされることが可能である。(ここで β は1より小さい。)実験により、 β は5分の1で所望の結果を生じることが可能なことが決定された。また、 β はユーザ制御下であってもよい、即ち、ユーザがイメージを見て満足できる結果が得られるまで β を変化する。また、 β をイメージから、或いは、予め決定された関数によって決定してもよい。

【0038】概して、元のヒストグラムの内の最も減少する非直線関数は、適切なヒストグラム上でフィルタ処理としてはたらく。フィルタ関数の主な属性は、ヒストグラムのばらつきを少なくし、元のイメージデータよりも平坦又は均一の分配を有する最後の変更されたヒストグラムを生じることである。これは、図3の元のヒストグラムを図15の最後の変更されたヒストグラムと比較することで見られる。図12に示されるヒストグラムは、図3に示されるヒストグラムよりもばらつきが少

ないことが明らかである。この図12の変更されたヒストグラムは、イメージ強調の階調再現曲線、即ち、TRCを計算するための、標準ヒストグラムイコライゼーションカーブを用いて平坦にされる。図12のヒストグラムから導出されるTRCは、図13に示される。TRC曲線は、イメージ強調のために、システム内での入力出力の関係を示す関数である。次に、この関数はフル入力イメージへ適用される。図13に示されるTRCは、図12のヒストグラムを備えたイメージを平坦化又はイコライゼーションされたヒストグラムを有するイメージへと変形する。しかしながら、本発明において、導出されたTRCは、図12に対応するイメージ上で作用するために用いられるのではなく、むしろ図13に対応するイメージ上で作用するために用いられる。図15は、図13で示されるTRCを用いての入力イメージを変更した結果となるヒストグラムを示す。図15のヒストグラム(黒点、白点解析による)を図14のヒストグラム(黒点、白点解析による)と比較すると、イメージのより暗い領域において詳細が維持されるのが示されている。この特定の場合には、白点の使用は殆ど影響を及ぼさなかった。

【0039】 $\beta=0.33$ 、 $\beta=0.25$ 、及び $\beta=0.2$ 等の関数を使用することによって、イメージコントラスト強調において良好な成果が示された。概して、ヒストグラムをフィルタ処理するために用いられる関数は、ルート関数として容易に実施可能であるとされている。ここでは、 $\beta=0$ は最後の変更されたヒストグラムを平坦にし、従って、結果となるTRCがデータ上で処理を行わない、即ち、コントラスト強調がない。 $\beta=1$ は最後の変更されたヒストグラムで処理を行わないので、結果と

12

なるTRCがイメージヒストグラムをイコライゼーションする、即ち、強いコントラスト強調となる。

【0040】次に、決定されたTRC関数は、輝度/クロミナンス空間で形成されるイメージの輝度値へ使用され、許容される結果を生む。しかしながら、更に、同じTRC曲線は、元来形成されたようなイメージの赤、緑及び青のイメージ構成要素の各々に使用可能である。これにより、多少良好な結果を生むように見られる。

【0041】図16に示されるフローチャートによってプロセスを再検討すると、ステップ400において、R、G、B(赤緑青)データが入力データの源から受信される。ステップ402において、データが低い解像度で任意にサンプリングされ、ステップ404にて、RGBデータがY、C、C₂データへ変換される。ステップ404では、全体ヒストグラム及び幾つかの局所ヒストグラムを並列処理するための分岐を開始する。ステップ406において、イメージの全体ヒストグラムが導出され、ステップ407にて、全体ヒストグラムのために分散V₁が計算される。一方、ステップ410、412及び414では、イメージはN個の区域に分割され、各区域の局所ヒストグラムが導出され、各局所ヒストグラムのために分散V₂が計算される。ステップ420、422、及び424において、各局所分散値が乗数 α によって調整された全体分散値と比較され、調整された全体分散値より小さいならば、ヒストグラムがマークされる。プロセスは、N個の区域の各々が処理されるまで続く。ステップ426では、マークされたヒストグラムは、少なくともT個の局所ヒストグラムがマークされたかどうかを確かめるために再検討される。印付けられていないならば、ステップ428において、全体ヒストグラムが次の処理のために呼ばれる。次に、ステップ429にて、他の処理のコンテキストに対して局所ヒストグラムを検査するためにサブルーチンが入れられる。

【0042】本発明に従い、図17を参照すると、ステップ500において、イメージの黒点及び白点に関する情報が得られる。この情報はイメージ処理の露光制御部分から得られると仮定されるが、この処理専用に独立して導出されることも可能である。ステップ502において、黒点の領域及び白点の領域を反映する局所ヒストグラムが、それぞれ黒点の領域及び白点の領域のために得られる。次に、ステップ504及び508において、各局所ヒストグラムが、それぞれ、コントラスト調整のために既に選択されたかどうかを決定するためにテストされる。選択されていないならば、ステップ506及び510にて、局所ヒストグラムが確実に選択される。選択は選択された局所ヒストグラムのリストへ戻されて、ステップ512で次の処理が行われる。

【0043】次に、少なくともT個のヒストグラムが印付けられなければ、ステップ430において、印付けられた局所ヒストグラムの重み付けされた和が、適切なヒ

ストグラムを生成するために形成される。ステップ432において、ヒストグラム平坦化関数がヒストグラムに使用される。結果となる最後のヒストグラム関数から、ステップ434において、新たなTRCマッピングが計算され、そこからステップ436において、コントラストの補正されたイメージが補正されたTRCマッピングを用いて印刷又は表示されることが可能になる。

【0044】もう1つの実施例では、図16のステップ420の分散値乗数 α は全体分散値 V_{tot} の関数とされる。低い全体分散値では、ステップ420に示されるような簡単な乗数が用いられる。ここで、 $V_{tot} < 50 = V_{low}$ の値が、低い全体分散値を良く表示することが分かっている。適度の全体分散値では、 αV_{low} より少ない分散値を有する局所ヒストグラムの数が決定され、その数が少なくとも局所ヒストグラムの平均決定された数 T よりも大きいならば、それらのヒストグラムが適切なヒストグラムと称される。決定された数が T 個の局所ヒストグラムよりも少ないならば、 $\alpha V_{moderate}$ よりも少ない分散値を備えた全ての局所ヒストグラムが適切であると考えられる。この場合、ステップ432のヒストグラム平坦化関数が増加される、即ち、より強い平坦化が行われる。ここで $50 \leq V_{tot} < 100 = V_{moderate}$ の値は、適度な全体分散を良く示すことが分かっている。高い全体分散値では、 $V_{tot} > V_{moderate}$ であり、適切な局所ヒストグラムの決定は、 T 個より少ない局所ヒストグラムが $\alpha V_{moderate}$ より少ない分散値を有する場合を含むために増補される。この場合、ヒストグラム平坦化が更に増補される。 $\beta = 0.2$ のヒストグラム平坦化パラメータは、十分な数の αV_{low} より少ない適切な局所ヒストグラムを有するイメージ上で良好にはたらく。 $\beta = 0.1$ のパラメータは、十分な数の $\alpha V_{moderate}$ より少ない、適切な局所ヒストグラムを有するイメージ上で良好にはたらく。 $\beta = 0.0$ は残りのイメージ上で良好にはたらく。 β の値のばらつきは、ヒストグラム平坦化の有効性における信頼性を減らして、分散値が増加するにつれてヒストグラム平坦化関数を弱める。例外的に大きい分散値をもつある点では、平坦化はオフにされる($\beta = 0.0$)。【0045】本発明は、ディジタルコンピュータ又はマイクロプロセッサを動作するための、説明された関数を達成するアプリケーションソフトウェアを通じて、おそらく最適な速度を提供するハードウェア回路を通じて、或いは、ソフトウェアとハードウェアの何らかの組み合わせを通じて、達成されることが確実に理解される。

【0046】 $\beta = 0.0$ の場合、単にイメージダイナミックレンジを引き延ばすのを許容することによって増補されることが確実に理解される。

【0047】

【発明の効果】本発明は上記より構成され、自然景色イメージにおいてコントラストを改良するための方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を用いるシステムのブロック図を示す。

【図2】再現目的のためにラインイメージへ減少された一例のイメージを示す。

【図3】図2のために導出されたヒストグラムを示す。

【図4】複数のサブイメージに分割された図2の一例のイメージを示す。

【図5】(A)乃至(D)は、図2の各サブイメージ毎のヒストグラムを示す。

【図6】(A)乃至(D)は、図2の各サブイメージ毎のヒストグラムを示す。

【図7】(A)乃至(D)は、図2の各サブイメージ毎のヒストグラムを示す。

【図8】(A)乃至(D)は、図2の各サブイメージ毎のヒストグラムを示す。

【図9】ヒストグラムがイメージの適切なヒストグラムを形成する、局所領域の最初の選択を示す。

【図10】図9の適切なヒストグラムを示す。

【図11】ヒストグラムがイメージの他の適切なヒストグラムを形成する、局所領域の他の選択を示す。

【図12】図11の適切なヒストグラムを示す。

【図13】イメージの再現のために導出されたTRC曲線を示す。

【図14】図9の局所領域を用いてイメージを処理した後のイメージヒストグラムを示す。

【図15】図11の局所領域を用いて処理した後のイメージヒストグラムを示す。

【図16】本発明のプロセスのフローチャートを示す。

【図17】本発明のプロセスのフローチャートを示す。

【符号の説明】

10 スキャナ

12 カラー空間変換器

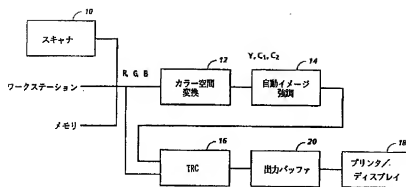
14 自動イメージ強調装置

16 TRCコントローラ

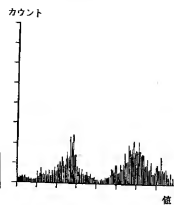
18 プリンタ/ディスプレイ

20 出力バッファ

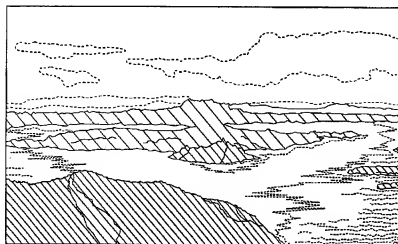
【図1】



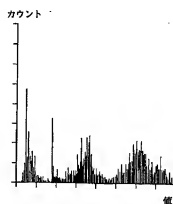
【図14】



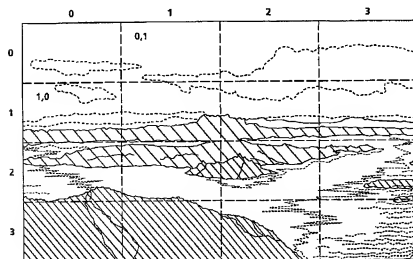
【図2】



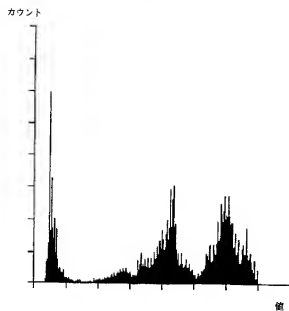
【図15】



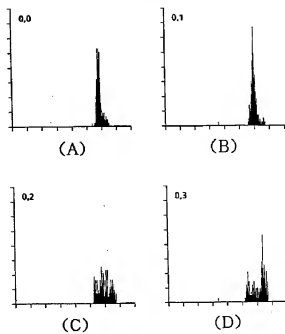
【図4】



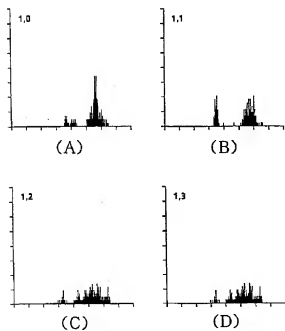
【図3】



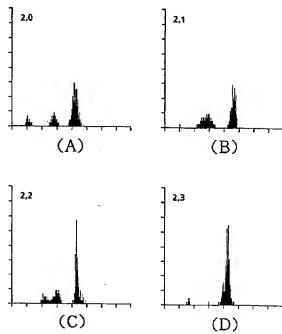
【図5】



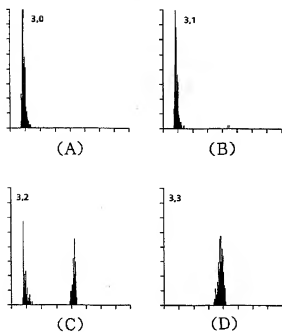
【図6】



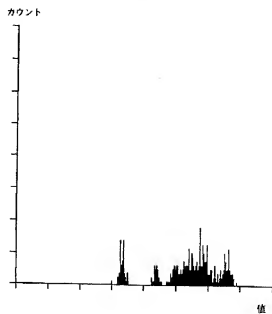
【図7】



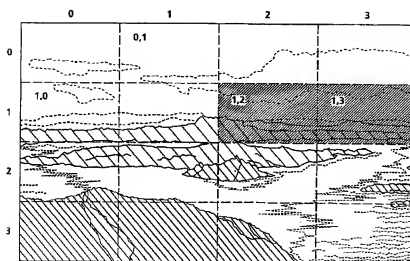
【図8】



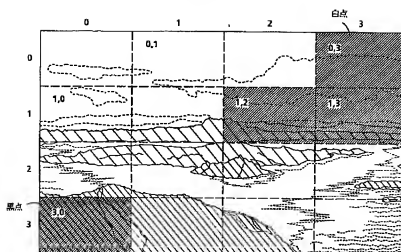
【図10】



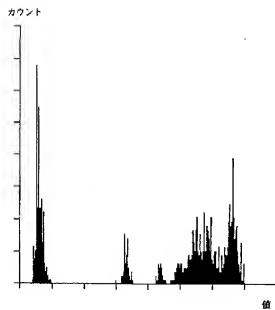
【図9】



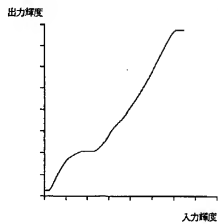
【図11】



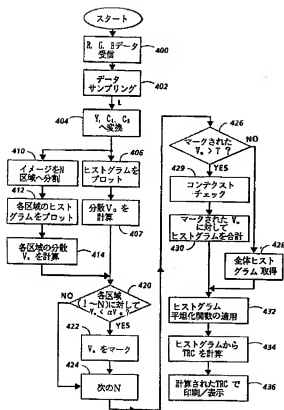
【図12】



【図13】



【図16】



【図17】

